

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-075012

(43)Date of publication of application : 14.03.2000

(51)Int.Cl.

G01S 5/14
H04Q 7/34

(21)Application number : 10-248604

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 02.09.1998

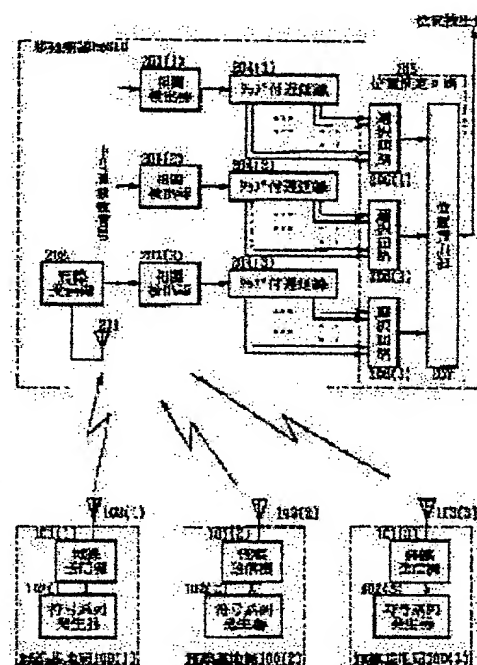
(72)Inventor : OKAMOTO HIDEAKI
TAGA TOKIO

(54) POSITION DETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress a decrease in reliability in detecting a position even in an environment in which a multipath fault occurs.

SOLUTION: The position detector comprises a correlation detecting means 203 having a code generating means 102 for generating a specific code sequence and a transmitting means 101 for transmitting a signal having its code sequence respectively provided in radio base stations to output a signal for indicating a received signal intensity responsive to a correlation between the signal received at the station and the code sequence, a delay means 204 for separating a plurality of signal components having different delay times from signals output from the means 203, a signal selecting means 206 inputting the plurality of the components having the different delay times for selectively extracting the signal component having highest reliability from the plurality of the components received via a plurality of transmission routes sent from the same station, and a position calculating means 207 for obtaining the position of the station based on the selected component.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-75012

(P2000-75012A)

(43) 公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマト* (参考)

G 0 1 S 5/14

G 0 1 S 5/14

5 J 0 6 2

H 0 4 Q 7/34

H 0 4 B 7/26

1 0 6 B 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平10-248604

(22) 出願日

平成10年9月2日 (1998.9.2)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 岡本 英明

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 多賀 登喜雄

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

Fターム(参考) 5J062 BB01 BB05 CC14

5K067 AA21 BB36 EE24 FF03 JJ52

JJ53 JJ54

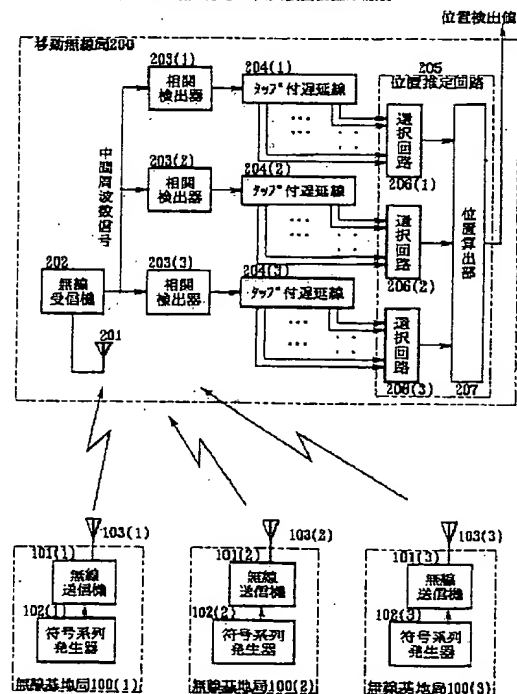
(54) 【発明の名称】 位置検出装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は位置検出装置においてマルチパス障害が発生する環境であっても位置検出の信頼度の低下を抑制することを目的とする。

【解決手段】 特定の符号系列を生成する符号生成手段102とその符号系列を含む信号を送信する送信手段101とを無線基地局のそれぞれに設け、移動無線局が受信した信号と前記符号系列との相関に応じた受信信号強度を示す信号を出力する相関検出手段203と、相関検出手段203が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する遅延手段204と、遅延時間の異なる複数の信号成分を入力し同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通して受信された複数の信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する信号選択手段206と、選択した信号成分に基づいて移動無線局の位置を求める位置算出手段207とを設けた。

第1の実施の形態の位置検出装置の構成



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 位置検出対象の 1 つの移動無線局と 3 つ以上の無線基地局とで構成され、前記無線基地局からそれぞれ送信される信号を前記移動無線局で受信して、前記移動無線局が受信した信号に基づいて前記移動無線局の位置を検出する位置検出装置において、特定の規則で構成される符号系列を生成する符号生成手段と、前記符号生成手段が生成した符号系列を含む信号を送信する送信手段とを前記 3 つ以上の無線基地局のそれぞれに設けるとともに、前記移動無線局が受信した信号と前記符号系列との相関に応じた受信信号強度を示す信号を出力する相関検出手段と、前記相関検出手段が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する遅延手段と、前記遅延手段が出力する遅延時間の異なる複数の信号成分を入力し、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通して受信された複数の信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する信号選択手段と、前記信号選択手段が選択した信号成分に基づいて前記移動無線局の位置を求める位置算出手段とを設けたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】 請求項 1 の位置検出装置において、前記信号選択手段が、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通して受信された複数の信号成分の中から、遅延時間の最も小さい伝搬経路を通して受信された信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項 3】 請求項 1 の位置検出装置において、前記信号選択手段が、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通して受信された複数の信号成分の中から、最も受信信号強度の大きい信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項 4】 請求項 1 の位置検出装置において、前記 3 つ以上の無線基地局のそれぞれに、互いに異なる符号系列を生成する符号生成手段を設け、前記移動無線局に、それぞれの無線基地局が送出する信号に含まれる符号系列との相関に応じた受信信号強度を示す信号をそれぞれ出力する 3 つ以上の相関検出手段を設けたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 5】 位置検出対象の 1 つの移動無線局と 3 つ以上の無線基地局とで構成され、前記移動無線局から送信される信号を前記無線基地局のそれぞれで受信して、前記無線基地局が受信した信号に基づいて前記移動無線局の位置を検出する位置検出装置において、特定の規則で構成される符号系列を生成する符号生成手段と、

前記符号生成手段が生成した符号系列を含む信号を送信する送信手段とを前記移動無線局に設けるとともに、前記無線基地局のそれぞれが受信した信号と前記符号系列との相関に応じた受信信号強度を示す信号を出力する 3 つ以上の相関検出手段と、前記相関検出手段の各々が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する 3 つ以上の遅延手段と、前記遅延手段の各々が出力する遅延時間の異なる複数の信号成分を入力して、それらの信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する 3 つ以上の信号選択手段と、前記信号選択手段の各々が選択した信号成分に基づいて前記移動無線局の位置を求める位置算出手段とを設けたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 6】 請求項 5 の位置検出装置において、前記信号選択手段が、複数の伝搬経路を通して受信された複数の信号成分の中から、遅延時間の最も小さい伝搬経路を通して受信された信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項 7】 請求項 5 の位置検出装置において、前記信号選択手段が、複数の伝搬経路を通して受信された複数の信号成分の中から、最も受信信号強度の大きい信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、移動無線局と 3 つ以上の無線基地局とを用いて移動無線局の位置を検出する位置検出装置に関し、例えば移動する物体、人、動物などの位置情報を得るために利用される。

【0002】

【従来の技術】 一般的な位置検出装置の構成例を図 9 に示す。図 9 において、移動無線局 P S としては、例えば検出対象の人が所持する携帯端末が利用される。移動無線局 P S の周辺には、移動無線局 P S と無線により通信可能な無線基地局 C S 1、C S 2、C S 3 が固定された位置に配置されている。

【0003】 図 9 に示すように、無線基地局 C S 1 から送出される信号 W 1 と、無線基地局 C S 2 から送出される信号 W 2 と、無線基地局 C S 3 から送出される信号 W 3 とを移動無線局 P S で受信することにより、次に説明するように移動無線局 P S の位置を特定できる。一般に、受信局における受信信号強度は、送受信点間の距離に反比例する。従って、図 9 における無線基地局 C S 1 と移動無線局 P S との距離 R 1 と、無線基地局 C S 2 と移動無線局 P S との距離 R 2 と、無線基地局 C S 3 と移動無線局 P S との距離 R 3 が ($R 2 < R 1 < R 3$) の関係にある場合には、移動無線局 P S で受信される 3 つの

信号W1, W2, W3の各信号強度の関係は図8に示すように($W2 > W1 > W3$)になる。

【0004】従って、移動無線局PSが受信した各信号強度の大小関係から、移動無線局PSに最も近い無線基地局CS2を識別できる。つまり、図8の場合には移動無線局PSが無線基地局CS2のカバーする通信エリアの中に存在することがわかり、その通信エリアは予め定まっているので、移動無線局PSの存在位置を大まかに検出できる。

【0005】また、移動通信環境下における伝搬損失は、奥村カーブに代表される推定式を用いることにより計算することができるので、受信信号強度から送受信点間の距離を推定することができる。従って、図9における無線基地局CS1と移動無線局PSとの距離R1と、無線基地局CS2と移動無線局PSとの距離R2と、無線基地局CS3と移動無線局PSとの距離R3がそれぞれ求められる。この場合、無線基地局CS1の位置から半径R1の円と、無線基地局CS2の位置から半径R2の円と、無線基地局CS3の位置から半径R3の円との交点に移動無線局PSが存在することになるので、求めた交点の位置から移動無線局PSの位置を推定できる。

【0006】さらに、移動無線局PSが検出した自局の位置をいずれかの無線基地局に送信し、有線網に送信することにより、検出対象者の位置を第三者に報知することもできる。また、反対に移動無線局PSが送信する信号を3つの無線基地局で受信する場合にも、上記と同様の方法で移動無線局PSの位置を検出できる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記のような位置検出技術は、例えば原野のように電波の反射物が存在しない場所で適用する場合には、受信点で受信される信号に含まれる遅延波の成分が少なく、受信信号強度に大きな変動が生じないため、位置を誤りなく検出することが可能である。

【0008】しかし、移動無線通信環境下では、電波の反射によって1つの信号が様々な伝搬経路を通して受信点に到達する。伝搬経路(パス)の異なる信号は互いに伝搬遅延時間が異なるため、受信される信号には遅延時間の異なる様々な信号成分が含まれる。例えば、図7に示す例では、1つの受信信号に遅延時間の異なる6つの信号成分a1, a2, a3, a4, a5, a6が含まれている。最初に受信される信号成分a1を受信しようとする場合には、2番目以降に到来する信号成分a2~a6の干渉の影響が現れる。

【0009】受信点で検出される受信信号強度は、全ての信号成分a1~a6を合成した合成波の信号強度になる。また、各々の信号成分の信号強度がそれぞれ不規則に変動するため、受信信号強度には大きな変動が頻繁に起こる。このような受信信号を用いて位置検出を行う場合には、送受信点間距離に対応する正しい受信信号強度

を得ることが困難であり、移動無線局が存在する通話エリアの検出誤りや位置検出精度の劣化が生じる。

【0010】本発明は、上記のような位置検出装置において、マルチパス障害が発生する環境であっても位置検出の信頼度の低下を抑制することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明では、送信側から特定の規則で構成される符号系列を含む信号を送信し、受信側では、送信信号に含まれる符号系列と同一の符号を用いて相関検波を行い、相関検波の出力に得られる信号から、符号系列の周期毎に繰り返し現れる最も信頼性の高い信号成分を選択し、選択された信号成分の信号強度を用いて位置検出を実施する。これにより、位置検出に利用する信号強度の変動が極めて小さくなり、多重遅延波の影響が軽減され、高精度な位置検出が可能になる。

【0012】すなわち、請求項1では、位置検出対象の1つの移動無線局と3つ以上の無線基地局とで構成され、前記無線基地局からそれぞれ送信される信号を前記移動無線局で受信して、前記移動無線局が受信した信号に基づいて前記移動無線局の位置を検出する位置検出装置において、特定の規則で構成される符号系列を生成する符号生成手段と、前記符号生成手段が生成した符号系列を含む信号を送信する送信手段とを前記3つ以上の無線基地局のそれぞれに設けるとともに、前記移動無線局が受信した信号と前記符号系列との相関に応じた受信信号強度を示す信号を出力する相関検出手段と、前記相関検出手段が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する遅延手段と、前記遅延手段が出力する遅延時間の異なる複数の信号成分を入力し、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通して受信された複数の信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する信号選択手段と、前記信号選択手段が選択した信号成分に基づいて前記移動無線局の位置を求める位置算出手段とを設けたことを特徴とする。

【0013】無線基地局に設けられる符号生成手段は、特定の規則で構成される符号系列を生成する。送信手段は、符号生成手段が生成した符号系列を含む信号を無線基地局から送信する。相関検出手段は、移動無線局が受信した信号と前記符号系列との相関に応じた受信信号強度を示す信号を出力する。すなわち相関検波を行う。遅延手段は、相関検出手段が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する。

【0014】信号選択手段は、前記遅延手段が出力する遅延時間の異なる複数の信号成分を入力し、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通して受信された複数の信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する。位置算出手段は、信号選択手段が選択した信号成分に基づいて移動無線局の位置を求める。例

えば、文献1「市坪信一等、“見通し道路における遅延プロファイルモデルと遅延スプレッド特性の予測”、1996電子情報通信学会総合大会B-7」、文献2「市坪信一等、“マイクロセルにおける長区間遅延プロファイルのモデル”、1997電子情報通信学会総合大会B-1-14」、文献3「S. Ichitsubo, etc, “A statistical model for microcellular multipath propagation environment”, Proc. IEEE 47th VTC, MD1.1, pp61-66, 1997.」では、無線基地局アンテナ高が約2~数十メートルの地上からビル屋上までのアンテナ設置を考慮した伝搬遅延特性の検討報告がなされている。

【0015】これらの文献1、文献2、文献3によれば、屋内や見通し道路で観測される電力遅延プロファイルは、信号強度の大きい直接波成分と多くの遅延波成分からなる遅延波群から構成されることが分かる。

【0016】また、直接波成分と遅延波群の伝搬損失 L_{oss} は次の推定式から求められる。

$$L_{oss} = 10 \cdot n \cdot \log(d) \quad \dots (1)$$

ここで、 n は係数、 d は送受信点間距離である。従って、互いに遅延時間の異なる複数の信号成分の中から直接波のように信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する場合には、抽出した信号の受信強度と前記第(1)式とに基づいて精度の高い位置検出が実現する。

【0017】請求項2は、請求項1の位置検出装置において、前記信号選択手段が、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通過して受信された複数の信号成分

の中から、遅延時間の最も小さい伝搬経路を通過して受信された信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする。移動無線局が無線基地局の見通し範囲内に存在する場合には、送信局と受信局との間で反射を生じることなく直接受信された直接波を受信することができる。このような直接波は、最短の伝搬経路を通過するので伝搬遅延時間が小さく、遅延波に比べて早く受信点に到達する。

【0018】請求項2においては、直接波のように遅延時間の最も小さい伝搬経路を通過して受信された信号成分を抽出するので、位置検出に利用する信号強度の変動が小さく、高精度の位置検出が可能である。請求項3は、請求項1の位置検出装置において、前記信号選択手段が、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通過して受信された複数の信号成分の中から、最も受信信号強度の大きい信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする。

【0019】文献4「藤井輝也等、“広帯域DS-SS-CDMA移動通信方式における伝搬損失推定式”、1998電子情報通信学会総合大会B-1-47」には、無線基地局高数十メートルに対する伝搬遅延特性の検討報告がなされており、これによれば、信号強度の高い順に並べた場合の到来波の伝搬損失推定式が示されている。この伝搬損失推定式を次に示す。

【数1】

$$L(i, d) = 100 - 7.1 \cdot \log W + 0.023 \theta + 1.4 \cdot \log h_s + 6.11 \cdot \log \langle H \rangle$$

$$- \left[24.37 - 3.7 \left(\frac{H}{h_{bo}} \right)^2 \right] \log h_b$$

$$+ \left\{ 43.42 - 3.1 \log h_b \right\} \log d + 20.4 \log f$$

$$- \left\{ (1.1 \log f - 0.7) h_m - (1.56 \log f - 0.8) \right\}$$

$$+ 4.0 + \left[27.34 + 11.0 \log \left(\frac{h_b / \langle H \rangle}{3.25} \right) \right]$$

$$\times 8 \times \frac{- \left[32.8 - 12.0 \log \left(\frac{h_b / \langle H \rangle}{3.25} \right) \right]}{100}$$

$$\times (1.4 d)^{-(0.38 - 0.21 \log B)} \log(i) \quad \dots (2)$$

ここで W は道路幅[m]、 θ は道路角[度]、 h_s は道路際の建物高[m]、 $\langle H \rangle$ は平均建物高[m]、 h_b は基地局アンテナ高[m]、 h_{bo} は基地局アンテナ地上高[m]、 H は基地局近傍の建物高[m]、 f は周波数[MHz]、 h_m は移動局アンテナ高[m]、 B はチップレート[Mchip/sec]、 i は信号強度の順位、 d は送受信点間の距離で

ある。

【0020】例えば前記第(2)式に信号強度の順位 i として1を代入し、この式と受信信号の信号強度が最大の信号成分とに基づいて、送受信点間の距離 d を求めることができる。一般に、直接波は反射により生じた遅延波に比べて受信信号強度が大きい。従って、請求項3の

ように最も受信信号強度の大きい信号成分を抽出し、抽出した信号を位置検出に利用すると、信号強度の変動が小さく、高精度の位置検出が可能になる。

【0021】請求項4は、請求項1の位置検出装置において、前記3つ以上の無線基地局のそれぞれに、互いに異なる符号系列を生成する符号生成手段を設け、前記移動無線局に、それぞれの無線基地局が送出する信号に含まれる符号系列との相関に応じた受信信号強度を示す信号をそれぞれ出力する3つ以上の相関検出手段を設けたことを特徴とする。

【0022】複数の無線基地局が同時に信号を送出する場合には、移動無線局では受信した信号から各々の無線基地局の信号を識別する必要がある。請求項4においては、複数の無線基地局が互いに異なる符号系列の信号を送出するので、移動無線局ではそれぞれの符号系列との相関を検出する3つの相関検出手段を用いて、各々の無線基地局の信号を識別できる。

【0023】請求項5は、位置検出対象の1つの移動無線局と3つ以上の無線基地局とで構成され、前記移動無線局から送信される信号を前記無線基地局のそれぞれで受信して、前記無線基地局が受信した信号に基づいて前記移動無線局の位置を検出する位置検出装置において、特定の規則で構成される符号系列を生成する符号生成手段と、前記符号生成手段が生成した符号系列を含む信号を送信する送信手段とを前記移動無線局に設けるとともに、前記無線基地局のそれぞれが受信した信号と前記符号系列との相関に応じた受信信号強度を示す信号を出力する3つ以上の相関検出手段と、前記相関検出手段の各々が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する3つ以上の遅延手段と、前記遅延手段の各々が出力する遅延時間の異なる複数の信号成分を入力して、それらの信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する3つ以上の信号選択手段と、前記信号選択手段の各々が選択した信号成分に基づいて前記移動無線局の位置を求める位置算出手段とを設けたことを特徴とする。

【0024】請求項5の符号生成手段は、特定の規則で構成される符号系列を生成する。送信手段は、符号生成手段が生成した符号系列を含む信号を移動無線局から送信する。相関検出手段は、前記無線基地局のそれぞれが受信した信号と前記符号系列との相関に応じた受信信号強度を示す信号を出力する。遅延手段は、相関検出手段の各々が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する。

【0025】信号選択手段は、遅延手段の各々が出力する遅延時間の異なる複数の信号成分を入力して、それらの信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する。位置算出手段は、信号選択手段の各々が選択した信号成分に基づいて移動無線局の位置を求める。請求項5では、互いに遅延時間の異なる複数の信号成分

の中から直接波のように信頼度の高い信号成分を選択的に抽出するので、抽出した信号の受信強度に基づいて精度の高い位置検出が実現する。

【0026】請求項6は、請求項5の位置検出装置において、前記信号選択手段が、複数の伝搬経路を通して受信された複数の信号成分の中から、遅延時間の最も小さい伝搬経路を通して受信された信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする。請求項6においては、直接波のように遅延時間の最も小さい伝搬経路を通して受信された信号成分を抽出するので、位置検出に利用する信号強度の変動が小さく、高精度の位置検出が可能である。

【0027】請求項7は、請求項5の位置検出装置において、前記信号選択手段が、複数の伝搬経路を通して受信された複数の信号成分の中から、最も受信信号強度の大きい信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする。一般に、直接波は反射により生じた遅延波に比べて受信信号強度が大きいので、請求項7のように最も受信信号強度の大きい信号成分を抽出し、抽出した信号を位置検出に利用すると、信号強度の変動が小さく、高精度の位置検出が可能になる。

【0028】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）この形態の位置検出装置の構成を図1に示す。この形態は請求項1、請求項2及び請求項4に対応する。この形態では、請求項1の符号生成手段、送信手段、相関検出手段、遅延手段、信号選択手段及び位置算出手段は、それぞれ符号系列発生器102、無線送信機101、相関検出器203、タップ付遅延線204、選択回路206、位置算出部207に対応する。

【0029】図1に示すように、この位置検出装置は、3つの無線基地局100(1)、100(2)、100(3)と1つの移動無線局200とで構成されている。無線基地局100の数は3以上であればよい。

【0030】3つの無線基地局100(1)、100(2)、100(3)のそれぞれには、無線送信機101、符号系列発生器102及びアンテナ103が備わっている。各要素の符号に付加した括弧内の番号は、基地局の区分を意味している。3つの無線基地局100(1)、100(2)、100(3)の基本的な構成及び動作は互いに同一である。符号系列発生器102は、特定の規則に従って構成される符号列を発生する。ここで、特定の規則に従って構成される符号列は、現実の装置においては、例えばフレーム同期用のユニークワードやスペクトル拡散通信に利用される拡散符号系列を指す。

【0031】この例では、3つの無線基地局100のそれぞれに備わった符号系列発生器102(1)、102(2)、102(3)は、互いに異なる系列の符号列を生成する。3つの無線基地局100の各々の無線送信機101は、

符号系列発生器 102 が発生した符号列を送信信号に含め、高周波帯の信号に変換してアンテナ 103 から送信する。

【0032】移動無線局 200 には、アンテナ 201、無線受信機 202、相関検出器 203、タップ付遅延線 204 及び位置推定回路 205 が備わっている。位置推定回路 205 には、選択回路 206 及び位置算出部 207 が備わっている。また、使用する無線基地局 100 の数に合わせて、相関検出器 203、タップ付遅延線 204 及び選択回路 206 は、それぞれ 3 つずつ設けてある。使用する無線基地局 100 の数を増やす場合には、それに応じて相関検出器 203、タップ付遅延線 204 及び選択回路 206 の数を増やせばよい。

【0033】移動無線局 200 の無線受信機 202 は、3 つの無線基地局 100 (1)、100 (2)、100 (3) のそれぞれから送信される電波をアンテナ 201 を介して受信する。この例では、無線受信機 202 が出力する中間周波数の信号が 3 つの相関検出器 203 のそれぞれに入力される。3 つの相関検出器 203 (1)、203 (2) 及び 203 (3) は、それぞれ無線基地局 100 の符号系列発生器 102 (1)、102 (2) 及び 102 (3) が生成する符号列と同一の符号列を内部で生成する。符号系列発生器 102 (1)、102 (2) 及び 102 (3) が生成する符号列は固定されているので、それらと同じ符号列の情報を相関検出器 203 に予め保持しておき、同一の符号を移動無線局 200 の内部で生成する。

【0034】そして、各々の相関検出器 203 は、内部で生成した符号列と、無線受信機 202 で受信された信号に含まれる符号列との相関を検出する。すなわち相関検波を行う。現実の装置においては、相関検出器 203 としてマッチトフィルタやスライディング相関器が用いられる。相関検出器 203 は入力される信号に含まれる符号列と内部で生成した符号列との相関に応じた信号を出力する。従って、無線受信機 202 が受信した信号成分のうち、無線基地局 100 (1) が送信した信号成分の信号強度が相関検出器 203 (1) の出力に現れ、無線基地局 100 (2) が送信した信号成分の信号強度が相関検出器 203 (2) の出力に現れ、無線基地局 100 (3) が送信した信号成分の信号強度が相関検出器 203 (3) の出力に現れる。

【0035】相関検出器 203 (1) の出力する信号はタップ付遅延線 204 (1) に入力され、相関検出器 203 (2) の出力する信号はタップ付遅延線 204 (2) に入力され、相関検出器 203 (3) の出力する信号はタップ付遅延線 204 (3) に入力される。3 つのタップ付遅延線 204 のそれぞれは、多数の m 個のタップ出力を備えている。タップ付遅延線 204 の異なるタップ出力には、互いに遅延時間の異なる信号成分が現れる。

【0036】この例では、図 2 に示すように、受信された信号に含まれる符号列を構成する符号の 1 ビット長毎

の相関値及び受信した信号強度に比例する信号 a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , $a_5 \dots$ が、タップ付遅延線 204 の複数のタップ出力に同時に得られる。受信信号に含まれる符号系列は周期的に繰り返り現れるので、ある時刻に、図 2 に示す第一到来波の信号 a_1 がタップ付遅延線 204 の最終タップ出力（入力に対する遅延時間が最大のタップ出力）に現れた場合には、符号系列の所定周期を経過する度に、第一到来波に相当する信号 a_1 が同じ最終タップ出力に繰り返り現れる。

【0037】従って、符号系列の周期に同期して、例えば信号 a_1 がタップ付遅延線 204 の最終タップ出力に現れるタイミングでタップ付遅延線 204 の各タップ出力の信号をサンプリングすれば、図 2 に示すように互いに遅延時間の異なる信号 a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , $a_5 \dots$ の各成分を、タップ付遅延線 204 の複数のタップ出力から同時に取り出すことができる。

【0038】タップ付遅延線 204 の m 個の各タップ出力に現れる信号が、選択回路 206 に入力される。この例では、選択回路 206 は、タップ付遅延線 204 から入力される m 個の信号の中から、第一到来波に相当する信号 a_1 だけを選択し、この信号 a_1 を位置算出部 207 に与える。実際には、選択回路 206 は、遅延時間が互いに異なる m 個のタップ出力の各相関値を、符号系列の周期毎に比較して、時系列で最も早く出現し、かつ予め定めた閾値（例えば、雑音レベル $+ \alpha$ dB: α は任意の数値）以上の相関値をもつ信号（図 2 の例では a_1 ）を第一到来波として選択する。

【0039】時系列で最も早く出現する信号は、タップ付遅延線 204 の m 個のタップ出力のうち、入力端子からの遅延時間が最も大きいタップ出力に現れる。従って、選択回路 206 は m 個のタップ出力の各相関値を最終段のタップ出力から前方のタップ出力に向かって順番に調べ、最初に前記閾値以上になった相関値の信号を第一到来波として選択し、位置算出部 207 に出力する。

【0040】位置算出部 207 は、無線基地局 100 (1) が送信した信号に相当する第一到来波の信号成分を選択回路 206 (1) から入力し、無線基地局 100 (2) が送信した信号に相当する第一到来波の信号成分を選択回路 206 (2) から入力し、無線基地局 100 (3) が送信した信号に相当する第一到来波の信号成分を選択回路 206 (3) から入力する。

【0041】位置算出部 207 は、それに入力される 3 つの第一到来波の信号成分についてそれらの信号強度を対比して、移動無線局 200 が無線基地局 100 (1)、100 (2)、100 (3) のいずれの位置に最も近いかを識別する。また、前記第 (1) 式に基づいて 3 つの無線基地局 100 (1)、100 (2)、100 (3) の各々と移動無線局 200 との距離をそれぞれ求め、求めた 3 つの距離に基づいて前述のように移動無線局 200 の位置を算出する。

【0042】この例では、位置算出部 207 は移動無線

局 200 の位置に最も近い 1 つの無線基地局 100 の通話エリア（無線ゾーン）の情報と、計算により求められる移動無線局 200 の位置の情報を出力するが、いずれか一方のみを出力するように構成しても良い。一般に、送信局と受信局とが見通し範囲内に存在する場合には、反射することなく直接伝搬する直接波と反射により遅延する様々な遅延波とが受信局に到達する。また、通常は直接波が最も早く受信される。この例では、選択回路 206 が受信される様々な信号成分のうち、第一到来波の成分だけを選択的に位置算出部 207 に印加するので、直接波だけを位置検出に利用することになる。

【0043】例として、受信信号の第一到来波が直接波で K ファクタ（直接波対レイリー波電力比）が（ $K=20\text{ dB}$ ）、第二到来波以降の遅延波の変動がレイリー分布となって受信される場合、すなわち、仲上-ライス環境下における第一到来波の変動の標準偏差を計算機シミュレーションにより求めた。このシミュレーションでは、到来波数を 3 とし、第二、第三到来波の信号強度は等しく第一到来波に対して 3 dB 減とした。到来波の最大ドップラー周波数は 10 [Hz]、観測時間は 100 [sec] とし雑音は無しとした。

【0044】前記シミュレーションの結果、100 [sec] の間の信号強度の変動の全到来波に対する標準偏差が 4 dB の場合に、第一到来波に対する信号強度の変動の標準偏差は約 0.6 [dB] であった。従って、第一到来波のみを用いる場合には、信号強度の変動の影響を大きく軽減できる。なお、第一到来波が変動の全く無い直接波のみの場合には、信号強度の変動の標準偏差は 0 になる。

【0045】なお図 6 には、全到来波と第一到来波とのそれぞれについて、0～1 [sec] の 1 秒間の信号強度の変動の様子が示されている。図 6 を参照すると、第一到来波のみの変動は全ての到来波の合成波の変動と比較して、変動が小さいことが分かる。すなわち、この実施の形態のように受信される信号強度に基づいて位置を測定する場合には、第一到来波だけを利用することによって位置検出誤差が大幅に低減される。

【0046】（第 2 の実施の形態）この形態の位置検出装置の構成を図 3 に示す。この形態は請求項 5 及び請求項 6 に対応する。この形態では、請求項 5 の符号生成手段、送信手段、相関検出手段、遅延手段、信号選択手段及び位置算出手段は、それぞれ符号系列発生器 211、無線送信機 212、相関検出器 113、タップ付遅延線 114、選択回路 116、位置算出部 117 に対応する。

【0047】図 3 に示すように、この位置検出装置は、3 つの無線基地局 110 (1)、110 (2)、110 (3) と 1 つの移動無線局 210 とで構成されている。無線基地局 110 の数は 3 以上であればよい。この位置検出装置は、同一の 1 つの移動無線局 210 が送信する信号を 3

つの無線基地局 110 (1)、110 (2)、110 (3) で検出して、無線基地局 110 (1)、110 (2)、110 (3) が検出した信号に基づいて移動無線局 210 の位置を検出する。

【0048】従って、移動無線局 210 には、符号系列発生器 211、無線送信機 212 及びアンテナ 213 が備わっている。符号系列発生器 211 は、特定の規則に従って構成される符号列を発生する。ここで、特定の規則に従って構成される符号列は、現実の装置においては、例えばフレーム同期用のユニークワードやスペクトル拡散通信に利用される拡散符号系列を指す。

【0049】移動無線局 210 の無線送信機 212 は、符号系列発生器 211 が発生した符号列を送信信号に含め、高周波帯の信号に変換してアンテナ 213 から送信する。3 つの無線基地局 110 (1)、110 (2) 及び 110 (3) には、それぞれアンテナ 111、無線受信機 112、相関検出器 113 及びタップ付遅延線 114 が備わっている。

【0050】3 つの無線基地局 110 のアンテナ 111、無線受信機 112、相関検出器 113 及びタップ付遅延線 114 の構成及び動作は同一である。また、アンテナ 111、無線受信機 112、相関検出器 113 及びタップ付遅延線 114 は、それぞれ図 1 のアンテナ 201、無線受信機 202、相関検出器 203 及びタップ付遅延線 204 と基本的に同じ機能を果たす。

【0051】各々の無線基地局 110 において、無線受信機 112 は、移動無線局 210 から送信される電波をアンテナ 111 を介して受信する。この例では、無線受信機 112 が出力する中間周波数の信号が相関検出器 113 に入力される。各々の無線基地局 110 の相関検出器 113 は、移動無線局 210 の符号系列発生器 211 が生成する符号列と同一の符号列を内部で生成するので、それらと同じ符号列の情報を相関検出器 113 に予め保持しておき、同一の符号を無線基地局 110 の内部で生成する。

【0052】そして、相関検出器 113 は、内部で生成した符号列と、無線受信機 112 で受信された信号に含まれる符号列との相関を検出する。すなわち相関検波を行う。現実の装置においては、相関検出器 113 としてマッチトフィルタやスライディング相関器が用いられる。

【0053】相関検出器 113 は入力される信号に含まれる符号列と内部で生成した符号列との相関に応じた信号を出力する。従って、無線受信機 112 が受信した信号成分のうち、移動無線局 210 が送信した信号と相関の高い信号成分の信号強度が相関検出器 113 の出力に現れる。相関検出器 113 の出力する信号はタップ付遅延線 114 に入力される。タップ付遅延線 114 は、多数の m 個のタップ出力を備えている。タップ付遅延線 1

14の異なるタップ出力には、互いに遅延時間の異なる信号成分が現れる。

【0054】この例では、図2に示すように、受信された信号に含まれる符号列を構成する符号の1ビット長毎の相関値及び受信した信号強度に比例する信号 a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , $a_5 \dots$ が、タップ付遅延線114の複数のタップ出力に同時に得られる。受信信号に含まれる符号系列は周期的に繰り返し現れるので、ある時刻に、図2に示す第一到来波の信号 a_1 がタップ付遅延線114の最終タップ出力（入力に対する遅延時間が最大のタップ出力）に現れた場合には、符号系列の所定周期を経過する度に、第一到来波に相当する信号 a_1 が同じ最終タップ出力に繰り返し現れる。

【0055】従って、符号系列の周期に同期して、例えば信号 a_1 がタップ付遅延線114の最終タップ出力に現れるタイミングでタップ付遅延線114の各タップ出力の信号をサンプリングすれば、図2に示すように互いに遅延時間の異なる信号 a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , $a_5 \dots$ の各成分を、タップ付遅延線114の複数のタップ出力から同時に取り出すことができる。

【0056】位置推定回路115は、図示しない所定の通信回線を介して3つの無線基地局110(1), 110(2)及び110(3)と接続されている。位置推定回路115には、3つの選択回路116及び位置算出部117が備わっている。

【0057】選択回路116(1)の入力には、無線基地局110(1)のタップ付遅延線114(1)の m 個の各タップ出力に現れる信号が印加され、選択回路116(2)の入力には、無線基地局110(2)のタップ付遅延線114(2)の m 個の各タップ出力に現れる信号が印加され、選択回路116(3)の入力には、無線基地局110(3)のタップ付遅延線114(3)の m 個の各タップ出力に現れる信号が印加される。

【0058】この例では、各々の選択回路116は、タップ付遅延線114から入力される m 個の信号の中から、第一到来波に相当する信号 a_1 だけを選択し、この信号 a_1 を位置算出部117に与える。実際には、選択回路116は、遅延時間が互いに異なる m 個のタップ出力の各相関値を、符号系列の周期毎に比較して、時系列で最も早く出現し、かつ予め定めた閾値（例えば、雑音レベル $+ \alpha$ dB: α は任意の数値）以上の相関値をもつ信号（図2の例では a_1 ）を第一到来波として選択する。

【0059】時系列で最も早く出現する信号は、タップ付遅延線114の m 個のタップ出力のうち、入力端子からの遅延時間が最も大きいタップ出力に現れる。従って、選択回路116は m 個のタップ出力の各相関値を最終段のタップ出力から前方のタップ出力に向かって順番に調べ、最初に前記閾値以上になった相関値の信号を第一到来波として選択し、位置算出部117に出力する。

【0060】位置算出部117は、無線基地局110(1)が受信した信号のうち第一到来波の信号成分を選択回路116(1)から入力し、無線基地局110(2)が受信した信号のうち第一到来波の信号成分を選択回路116(2)から入力し、無線基地局110(3)が受信した信号のうち第一到来波の信号成分を選択回路116(3)から入力する。

【0061】位置算出部117に入力される3つの第一到来波の信号成分について、その信号強度を対比することにより、移動無線局210が無線基地局110(1), 110(2), 110(3)のいずれの位置に最も近いかを識別できる。また、前記第(1)式に基づいて3つの無線基地局110(1), 110(2), 110(3)の各々と移動無線局210との距離をそれぞれ求めることができるので、前述のように移動無線局210の位置を算出できる。

【0062】この例では、位置算出部117は移動無線局210の位置に最も近い1つの無線基地局110の通話エリア（無線ゾーン）の情報と、計算により求められる移動無線局210の位置の情報を出力するが、いずれか一方のみを出力するように構成しても良い。

（第3の実施の形態）この形態の位置検出装置の構成を図4に示す。この形態は請求項1、請求項3及び請求項4に対応する。

【0063】この形態は、第1の実施の形態の変形例であり、図1の位置推定回路205の代わりに位置推定回路205Bを用いてある。それ以外の構成及び動作は第1の実施の形態と同じである。変更された部分の構成と動作について説明する。図4に示すように、位置推定回路205Bには3つの信号強度検出回路208と、3つの選択回路209と、位置算出部207Bとが備わっている。タップ付遅延線204の出力する信号は信号強度検出回路208に入力され、信号強度検出回路208の出力する信号は選択回路209に入力され、選択回路209の出力する信号が位置算出部207Bに入力される。

【0064】各々の信号強度検出回路208は、タップ付遅延線204から入力される m 個のタップ出力の信号の信号強度を検出し、信号強度が大きい順番に並べた信号を複数の出力端子から出力する。すなわち、信号強度が n 番目に大きい信号を n 番目の出力端子に出力する。例えば、図2に示すように信号成分 a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 で構成される信号を受信した場合には、最も信号強度の大きい信号成分 a_1 が1番目の出力端子に現れ、2番目に信号強度の大きい信号成分 a_2 が2番目の出力端子に現れ、3番目に信号強度の大きい信号成分 a_3 が3番目の出力端子に現れ、4番目に信号強度の大きい信号成分 a_4 が4番目の出力端子に現れる。

【0065】選択回路209は、信号強度検出回路208の特定の出力端子に現れる信号を選択して、選択した信号を位置算出部207に出力する。この例では、選択

回路 209 は信号強度検出回路 208 の 1 番目の出力端子として割り当てられた端子から出力される信号を選択する。つまり、最も信号強度の大きい信号成分だけを選択的に位置算出部 207 B に印加する。

【0066】一般に、送信局と受信局とが見通し範囲内に存在する場合には、反射することなく直接伝搬する直接波と反射により遅延する様々な遅延波とが受信局に到達する。また、通常は受信される直接波の信号強度は遅延波と比べて大きい。従って、選択回路 209 は受信される様々な信号成分のうち、直接波の成分だけを選択的に位置算出部 207 B に印加する。

【0067】選択回路 209 (1) が出力する信号は無線基地局 100 (1) が送信した信号に対応し、選択回路 209 (2) が出力する信号は無線基地局 100 (2) が送信した信号に対応し、選択回路 209 (3) が出力する信号は無線基地局 100 (3) が送信した信号に対応する。従って、位置算出部 207 B は、選択回路 209 (1)、209 (2)、209 (3) がそれぞれ出力する信号の信号強度を互いに比較して、移動無線局 200 の位置に最も近い 1 つの無線基地局 100 の通話エリアを識別する。

【0068】更に、前記第(2)式に基づいて、選択回路 209 (1) が出力する信号の信号強度から無線基地局 100 (1) と移動無線局 200 との距離を求め、選択回路 209 (2) が出力する信号の信号強度から無線基地局 100 (2) と移動無線局 200 との距離を求め、選択回路 209 (3) が出力する信号の信号強度から無線基地局 100 (3) と移動無線局 200 との距離を求めて、これらの距離から移動無線局 200 の位置を計算する。

【0069】(第 4 の実施の形態) この形態の位置検出装置の構成を図 5 に示す。この形態は請求項 5 及び請求項 7 に対応する。この形態は、第 2 の実施の形態の変形例であり、図 3 の位置推定回路 115 の代わりに位置推定回路 115 B を用いてある。それ以外の構成及び動作は第 2 の実施の形態と同じである。変更された部分の構成と動作について説明する。

【0070】図 5 に示すように、位置推定回路 115 B には 3 つの信号強度検出回路 118 と、3 つの選択回路 119 と、位置算出部 117 B とが備わっている。各々の無線基地局 110 のタップ付遅延線 114 の出力する信号は、3 つの信号強度検出回路 118 に入力され、信号強度検出回路 118 の出力する信号は選択回路 119 に入力され、選択回路 119 の出力する信号が位置算出部 117 B に入力される。

【0071】図 5 の信号強度検出回路 118、選択回路 119 及び位置算出部 117 B は、それぞれ図 4 の信号強度検出回路 208、選択回路 209 及び位置算出部 207 B と同一の構成であり同一の動作を行う。すなわち、各々の信号強度検出回路 118 は、タップ付遅延線 114 から入力される m 個のタップ出力の信号の信号強度を検出し、信号強度が大きい順番に並べた信号を複数

の出力端子から出力する。すなわち、信号強度が n 番目に大きい信号を n 番目の出力端子に出力する。

【0072】選択回路 119 は、信号強度検出回路 118 の特定の出力端子に現れる信号を選択して、選択した信号を位置算出部 117 B に出力する。この例では、選択回路 119 は信号強度検出回路 118 の 1 番目の出力端子として割り当てられた端子から出力される信号を選択する。つまり、最も信号強度の大きい信号成分だけを選択的に位置算出部 117 B に印加する。

【0073】一般に、送信局と受信局とが見通し範囲内に存在する場合には、反射することなく直接伝搬する直接波と反射により遅延する様々な遅延波とが受信局に到達する。また、通常は受信される直接波の信号強度は遅延波と比べて大きい。従って、選択回路 119 は受信される様々な信号成分のうち、直接波の成分だけを選択的に位置算出部 117 B に印加する。

【0074】位置算出部 117 B は、選択回路 119 (1)、119 (2)、119 (3) がそれぞれ出力する信号の信号強度を互いに比較して、移動無線局 210 の位置に最も近い 1 つの無線基地局 100 の通話エリアを識別する。更に、前記第(2)式に基づいて、選択回路 119 (1) が出力する信号の信号強度から無線基地局 110 (1) と移動無線局 210 との距離を求め、選択回路 119 (2) が出力する信号の信号強度から無線基地局 110 (2) と移動無線局 210 との距離を求め、選択回路 119 (3) が出力する信号の信号強度から無線基地局 110 (3) と移動無線局 210 との距離を求めて、これらの距離から移動無線局 210 の位置を計算する。

【0075】なお、上記全ての実施の形態において、各構成要素については必要に応じて変更しても良い。例えば、第 1 の実施の形態では互いに遅延時間の異なる信号を同時に参照するためにタップ付遅延線 204 を用いているが、互いに異なるタイミングでサンプリングした信号をメモリに記憶する回路を用いても良い。また、第 1 の実施の形態では相関検出器 203、タップ付遅延線 204 及び選択回路 206 をそれぞれ 3 つ設けたが、3 つの無線基地局 100 が互いに異なるタイミングで信号を送信する場合には、相関検出器 203、タップ付遅延線 204 及び選択回路 206 を各々 1 つ設けるだけでも位置検出装置を構成できる。

【0076】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明によれば、受信された複数の信号成分の中から最も早く現れる第一到来波又は最も受信強度の大きい信号成分を、最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出し位置検出に利用することにより、受信信号の信号強度に大きな変動を与える遅延波などの影響を抑制でき、高精度な位置検出が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施の形態の位置検出装置の構成を示す

ブロック図である。

【図2】タップ付遅延線204の各タップ出力に現れる信号の例を示すグラフである。

【図3】第2の実施の形態の位置検出装置の構成を示すブロック図である。

【図4】第3の実施の形態の位置検出装置の構成を示すブロック図である。

【図5】第4の実施の形態の位置検出装置の構成を示すブロック図である。

【図6】受信信号の全到来波と第一到来波の信号強度の例を示すタイムチャートである。

【図7】1つの受信信号に含まれる信号成分の分布を示すグラフである。

【図8】移動無線局に到来する受信信号の例を示すグラフである。

【図9】一般的な位置検出装置の構成例を示す平面図である。

【符号の説明】

100, 110 無線基地局

101 無線送信機

102 符号系列発生器

103, 111 アンテナ

112 無線受信機

113 相関検出器

114 タップ付遅延線

115, 115B 位置推定回路

116 選択回路

117, 117B 位置算出部

200, 210 移動無線局

201, 213 アンテナ

202 無線受信機

203 相関検出器

204 タップ付遅延線

205, 205B 位置推定回路

206, 209 選択回路

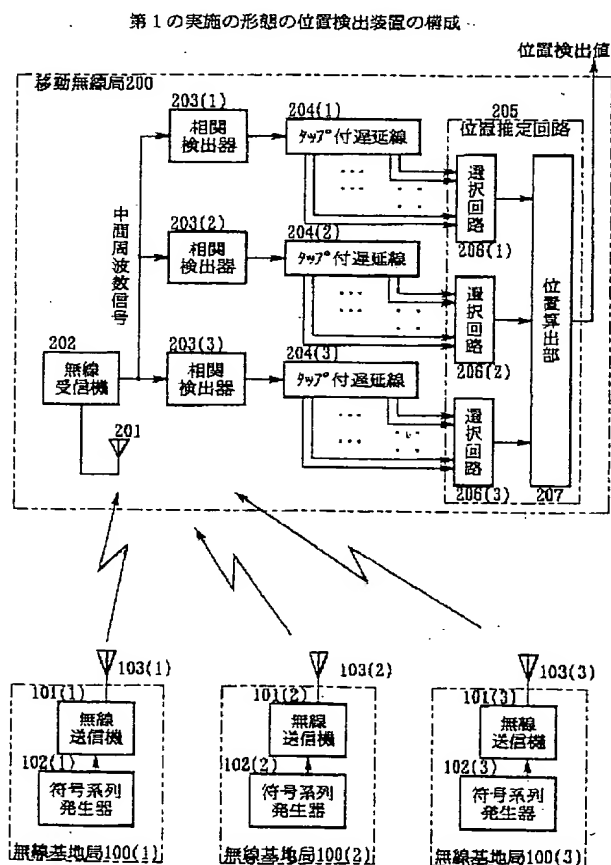
207, 207B 位置算出部

208 信号強度検出回路

211 符号系列発生器

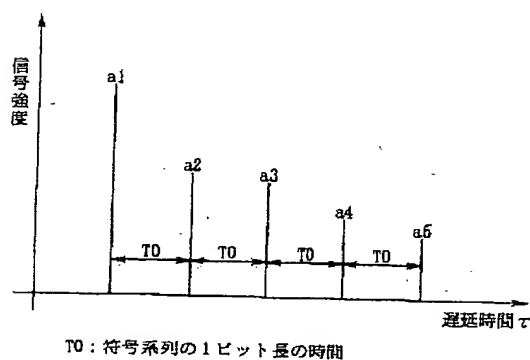
212 無線送信機

【図1】



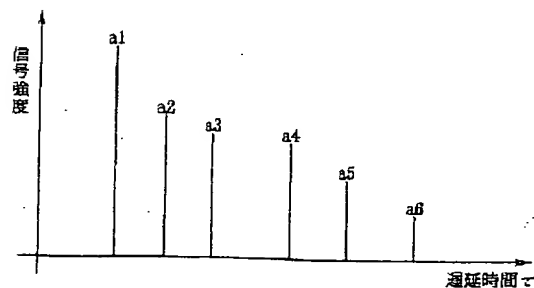
【図2】

タップ付遅延線の各タップ出力に現れる信号の例



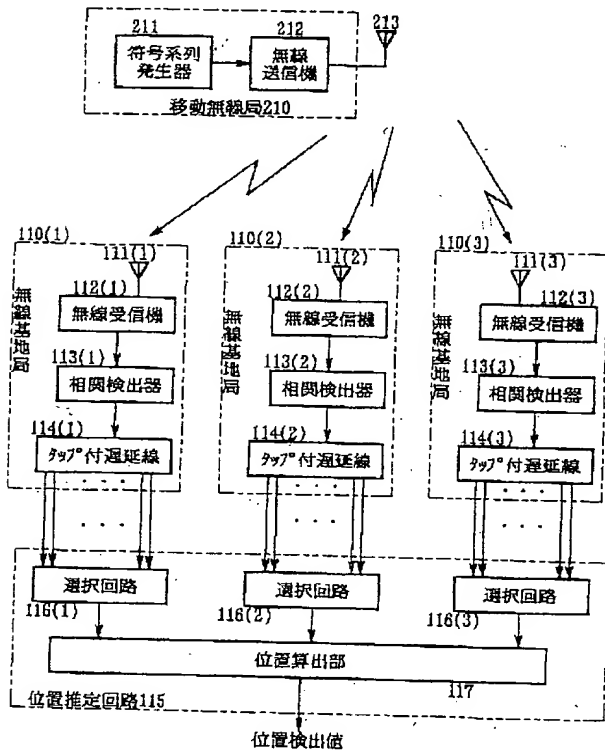
【図7】

1つの受信信号に含まれる信号成分



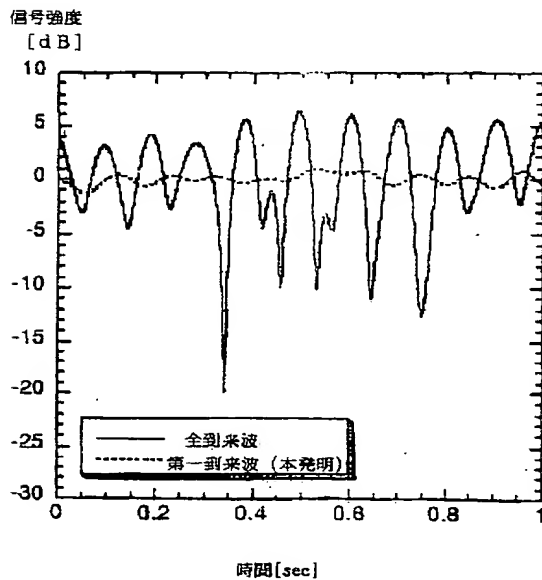
【図 3】

第 2 の実施の形態の位置検出装置の構成



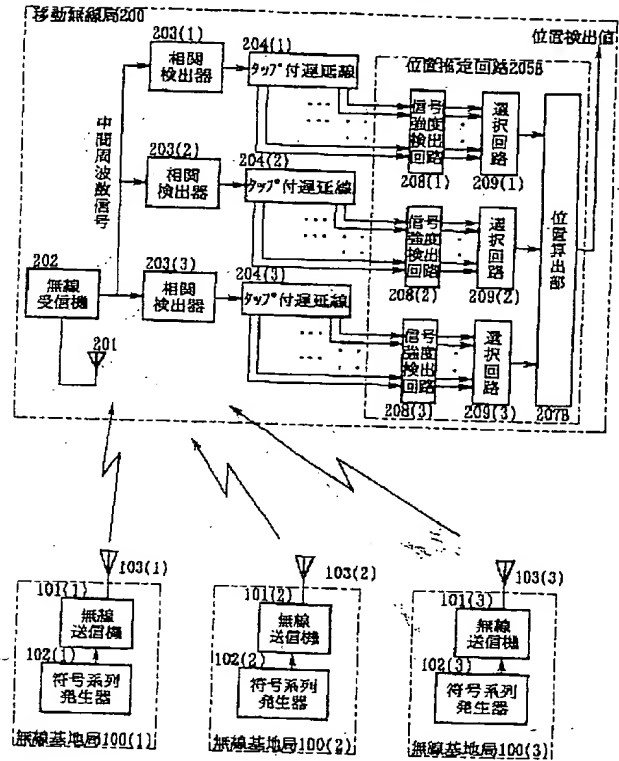
【図 6】

受信信号の全到来波と第一到来波の信号強度の例



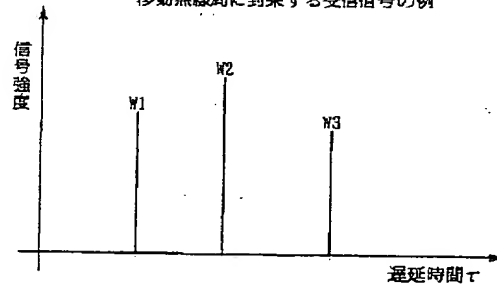
【図 4】

第 3 の実施の形態の位置検出装置の構成



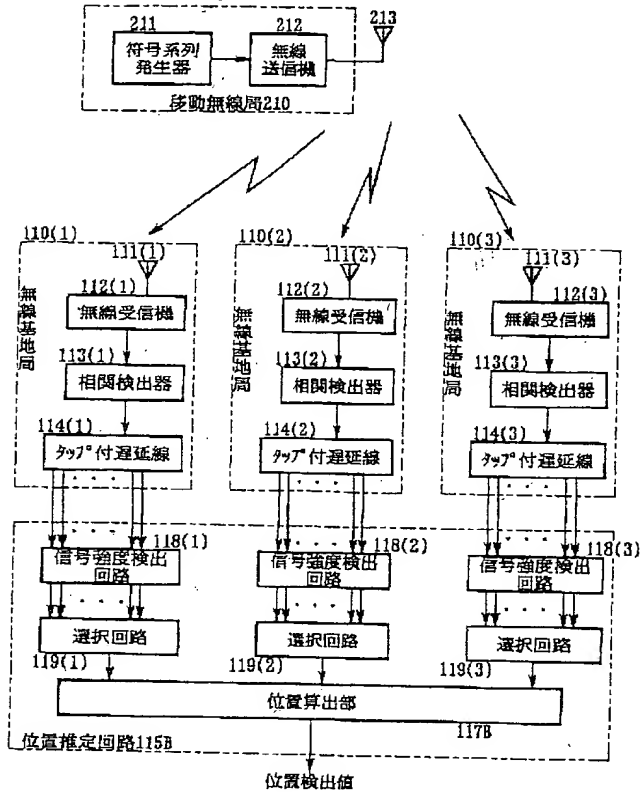
【図 8】

移動無線局に到来する受信信号の例



【図 5】

第 4 の実施の形態の位置検出装置の構成



【図 9】

一般的な位置検出装置の構成例

